

極低温下における温度保持と コンクリートの劣化との関係

東北大学 学生員 ○ 韓 相黙

東北大学 藤田知高

東北大学 フェロー 三浦 尚

1. まえがき

LNGタンクや超電導を応用した電力貯蔵システム等、極低温にさらされる構造物の建設材料として、経済性・耐久性に優れたコンクリートを使用する例が今後ますます増えると予想される。このようなコンクリート構造物は極低温物質の運搬・貯蔵等の際に繰り返し温度変化を受け劣化することが考えられるが、その場合、極低温下で一定時間温度保持される場合があると考えられる。

一方、三浦ら¹⁾の研究より、極低温にさらされるコンクリートは、 $-20 \sim -50^{\circ}\text{C}$ での温度範囲が水分の凍結による劣化に最も関連することが確認されている。

したがって、本研究ではコンクリートを極低温まで繰り返し冷却する際に、劣化への影響が顕著に現われると予想される -40°C での温度保持と、コンクリートの劣化との関係を調査することを目的とした。

2. 実験方法

早強ポルトランドセメントを使用し、表-1に示す4種類の配合のコンクリート供試体（ $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ の角柱供試体）を作製した。供試体は材齢28日まで水中養生した後、繰り返し冷却加熱し、5サイクル毎に動弾性係数を測定した。冷却加熱サイクルは、供試体を常温から冷却最低温度である -40°C まで冷却し、 -40°C で保持しない場合と、6時間保持した場合の2種類とした（図-2参照）。また、温度によるひずみ変化を初期5サイクルまで観察した。

表-1 コンクリートの配合表

Gmax (mm)	Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	Unit Content (kg/m^3)			
					W	C	S	G
25	11 ± 1	2 ± 0.5	56	40	180	321	706	1193
25	11 ± 1	4 ± 0.5	56	40	171	305	700	1183
25	11 ± 1	2 ± 0.5	66	45	180	273	812	1118
25	11 ± 1	4 ± 0.5	66	45	171	259	804	1107

3. 実験結果および考察

(1) 相対動弾性係数の比較からの考察

図-1はW/C56%のNon-AEとAE、W/C66%のNon-AEとAE4種類の供試体についての相対動弾性係数の測定結果である。上の図はW/C56%のものであり、下の図はW/C66%のものである。

この図より、全ての供試体において温度を保持することにより、コンクリートがより劣化する傾向が見られた。この傾向は、W/Cが高いほうが、また同じW/CのコンクリートでもNon-AEのほうがより明確に現われた。したがって、極低温下における繰り返し冷却過程において -40°C での温度保持による劣化の影響は、W/Cが高いも

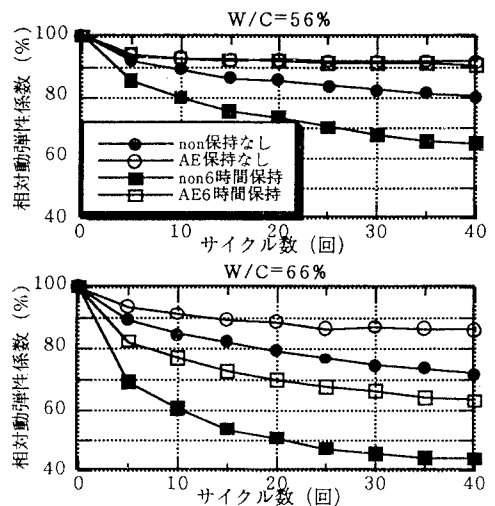


図-1 相対動弾性係数の比較

のほど、またNon-AEコンクリートほど顕著に現われる結果となった。

本研究の配合で最も劣化が小さかったものはW/C56%のAE供試体である。この場合、保持の影響はほとんど見られず、保持の有無にかかわらず40サイクル終了後で相対動弾性係数がほぼ90%という非常に良好な耐久性を示した。

(2) ひずみ挙動からの考察

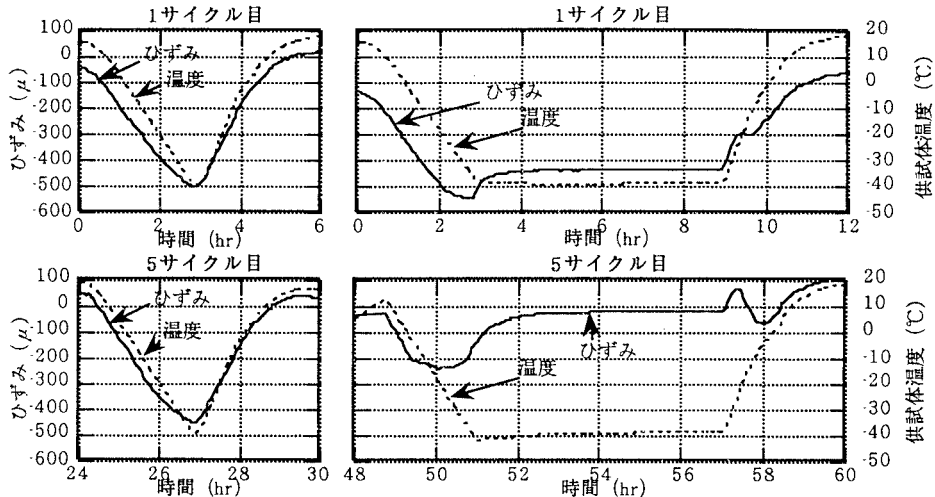


図-2 時間の経過に伴う温度とひずみの関係 (W/C66%NonAE)

左：保持なし

右：6時間保持

図-2は相対動弾性係数の測定結果から最も劣化したW/C66%のNon-AEの保持なしと6時間保持したものの、1サイクル目と5サイクル目の比較を示したものである。

保持なしおよび6時間保持の1サイクル目の供試体のひずみ挙動を比較してみると、冷却過程においてどちらも -40°C までの冷却に伴ってほぼ同様に収縮して約 -40°C で膨張に転じている。しかし、5サイクル目の挙動を比較してみると保持なしの場合は1サイクル目とほぼ同じ形を示しているが、保持を行った供試体は、より高い温度（約 -20°C ）で膨張に転じている。また、その膨張量も、より大きくなっていることが確認できる。これらの現象は、コンクリートの劣化と密接に関係していると考えられるため、温度の保持によって劣化が進行している影響の一つであると思われる。

以上より、極低温まで繰り返し冷却加熱を受けるコンクリートは、温度保持の有無により劣化やひずみの挙動が変わってくることが明らかになった。これらの影響は保持温度や保持時間によっても変化してくると予想されるため、この点についてはさらなる実験により確認する必要がある。

4. 結論

極低温における繰り返し冷却過程において -40°C での温度保持を行った場合、保持を行わなかった場合に比べ、コンクリートはより激しく劣化する。また、この現象はW/Cが高く、Non-AEコンクリートのほうが顕著に現われる。

〔参考文献〕

- (1) 三浦 尚：極低温下のコンクリートの物性，コンクリート工学Vol.22, No.3, pp.21～28, 1984